



Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 14 (2015/2016)

Řešení série 4



Chemie je všude: je ve vodě, je v půdě, je ve vzduchu a je i v nás samotných. Veškeré materiály jsou tvořeny chemickými látkami, chemické reakce nám každodenně pomáhají s tvarováním světa kolem sebe a biochemické reakce nás vlastně utvářejí: katalytické reakce umožňují každodenní běh našich těl, neurotransmitery jsou nositeli našich emocí a naše DNA může dát vzniknout novým generacím. Avšak bez porozumění tajemným nebezpečstvím s chemií spojených jsme jí vydáni napospas, proto stojí za to ji poznat blíže a hlouběji, aby se stala naším dobrým sluhou a ne obávaným pánem.

Milí příznivci chemie i ostatních přírodovědných oborů!

Právě držíte v rukou řešení úloh poslední letošní série Korespondenčního Semináře Inspirovaného Chemickou Tematikou, KSICHTu. Už 14 let ho pro vás, středoškoláky, připravují zaměstnanci a studenti Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, Univerzity Palackého v Olomouci, Technické univerzity v Liberci a Univerzity Pardubice.

Anketa

Nejprve bychom vám všem chtěli poděkovat za vyplnění ankety. Sešlo se nám jich 36. Na základě vašeho hlasování byl na příští ročník vybrán seriál s názvem *Historie ohněstrůjství aneb základy pyrotechniky*, který pro vás bude psát Luděk Míka. V letošním ročníku vás nejvíce zaujala úloha *Dáma* s osmi hlasy, na druhém místě se šesti hlasy se umístila úloha *Logohrátky* a třetí místo se třemi hlasy obsadily úlohy *Mléčná*, *Pečivoprášková*, *Kubická osmisměrka* a *Madam Curie-Sklodowska a radioaktivita*. Z loňských úloh vám v paměti nejvíce zůstala úloha *Pozor na muže s deštníky*, která od vás získala 8 hlasů, a úlohy *Adventní kalendář* a *Cínový voják* shodně se šesti hlasy.

Závěrem mnohokrát děkujeme za vaše názory, připomínky i děkované dopisy. Budeme se i nadále snažit vést KSICHT k vaší spokojenosti.

Přihláška do patnáctého ročníku KSICHTu

Do dalšího ročníku KSICHTu se můžete přihlásit počínaje 1. červencem 2016 registrací¹ na našich webových stránkách. První sérii 15. ročníku očekávejte ve svých schránkách začátkem října.

Staňte se KSICHTím organizátorem

Pro ty z vás, kteří již teď litují, že se s KSICHTem již víckrát nesetkají, neboť již opouštějí řady středoškoláků, máme dobrou zprávu. Stačí se stát KSICHTím organizátorem a KSICHT z vašeho života nezmizí. Co pro to stačí udělat? Kontaktujte nás², a nebo ještě lépe: zkuste napsat krátkou úlohu o něčem, co vás poslední dobou zaujalo, a pošlete nám ji. Nebojte se, pomůžeme vám s ní a ještě se přitom naučíte, jak funguje vědecké peer-review recenzní řízení, což se vám do života bude hodit. Už teď se na vaše úlohy těšíme.

Přejeme vám zdárné zakončení školního roku, příjemné prožití letních prázdnin a s mladšími řešiteli se těšíme na shledanou v příštím ročníku KSICHTu. vám, odrostlejšími řešitelům, přejeme hodně úspěchů a doufáme, že řešení našeho semináře vám pomůže při dalším studiu a práci.

Vaši organizátoři

¹ <http://ksicht.natur.cuni.cz/prihlaska>

² ksicht@natur.cuni.cz

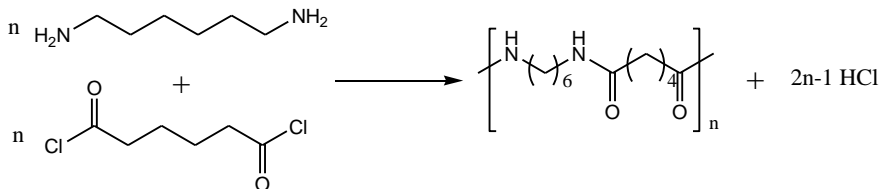
Řešení úloh 4. série 14. ročníku KSICHTu

Úloha č. 1: Kubická osmisměrka

(7 bodů)

Autor: Luděk Míka

1. Sehnal jsem **lučavku královskou**, ty moje zlato.
2. Viz tabulku na další straně
3. Viz tabulku na další straně.
4. Jak oxid uhličitý, tak salmiak při zahřívání sublimují.
5. Látka 3 je nylon, připravuje se podle následující reakce, která se nazývá polykondenzace:



6. Kyselina sírová se z olea (vlastně kyseliny disírové) získá naředěním (přidáním vody).
7. Jednotlivé látky jsou v tabulce seřazeny podle průměrné hmotnosti atomu, tj. podle podílu molární hmotnosti molekuly a počtu atomů v molekule.

Otázka 1 – 1,5 bodu, 2 – 1,75 bodu, 3 – 1,6 bodu, 4 – 0,5 bodu, 5 – 0,5 bodu, 6 – 0,5 bodu, 7 – 0,65 bodu. Celkem 7 bodů.

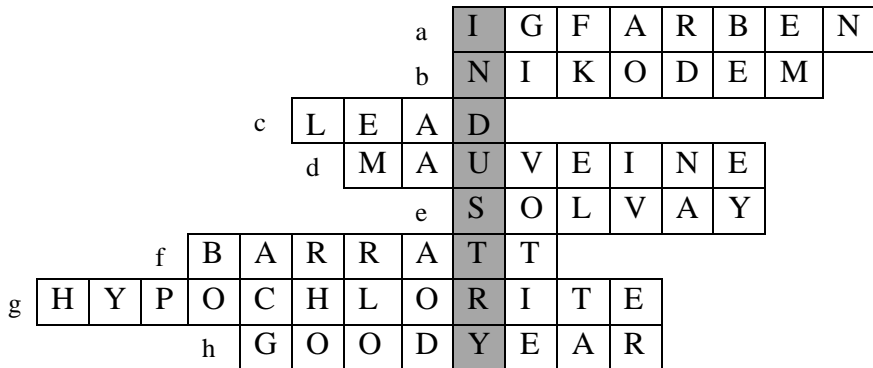
1	éter	$C_4H_{10}O$	diethylether
2	xylén	C_8H_{10}	dimetylbenzen
3	nylon	$[NH(CH_2)_6NHCO(CH_2)_4CO]_n$	poly(iminohexan-1,6-diyliminohexandioyl)
4	glykol	$C_2H_6O_2$	ethan-1,2-diol
5	styren	C_8H_8	ethenylbenzen
6	těžká voda	D_2O	deuteriumoxid
7	ocet	$C_2H_4O_2$	kyselina ethanová
8	bavlna	$(C_6H_{10}O_5)_n$	celulosa
9	sarin	$C_4H_{10}FO_2P$	prop-2-ylmethylfosfonofluorid
10	salmiak	NH_4Cl	chlorid amonný
11	PVC	$(CHClCH_2)_n$	poly(1-chlorethylen)
12	TNT	$C_7H_5O_6N_3$	2,4,6-trinitrotoluen
13	nitroglycerin	$C_3H_5N_3O_9$	1,2,3-trinitroxypropan
14	vinný kámen	$KC_4H_5O_6$	hydrogenvinan draselný; kalium hydrogen-(2R,3S)- dihydroxobutandioát
15	kopt	C	uhlík (amorfní)
16	DDT	$C_{14}H_9Cl_5$	1,1-bis(4-chlorfenyl)-2,2,2-trichlorethan
17	vitriol	H_2SO_4	kyselina sírová
18	suchý led	CO_2	oxid uhličitý
19	oleum	$H_2S_2O_7$	kyselina disírová
20	teflon	$(CF_2)_n$	poly(difluormethylen); polytetrafluorethylen
21	nitroprusid	$Na_2[Fe(CN)_5NO]$	pentakyanidonitrosylželezitan sodný
22	salnitř	KNO_3	dusičnan draselný
23	Hatchettova hněd	$Cu_2[Fe(CN)_6]$	hexakyanidoželeznanat měďnatý
24	potaš	K_2CO_3	uhličitan draselný
25	freon	CF_2Cl_2	difluordichlormethan
26	fosgen	$COCl_2$	dichlorid karbonylu
27	hypermangan	$KMnO_4$	manganistan draselný
28	burel	MnO_2	oxid manganičitý
29	sůl	$NaCl$	chlorid sodný
30	tetrachlor	CCl_4	tetrachlormethan
31	otrušík	As_2O_3	oxid arsenitý
32	kalomel	Hg_2Cl_2	chlorid dirtuňný
33	amalgám	Hg_xAu_y	
34	aqua regia	$HNO_3 + HCl$	
35	kreosot		směs aromatických látek s OH skupinami

Úloha č. 2: Historical crossword

(8 bodů)

Autorka: Iva Hrubá

1.



2.

- This company produced the pesticide Zyklon B used in gas chambers.
- The new Haber-Bosch process was much more energy efficient.
- Saturn was the god of time, harvest and wealth.
- It is violet and the dye was used for textile.
- For example, Marie Skłodowska-Curie - research on radioactivity, Ernest Rutherford – nuclear physics, Walther Nernst – physical chemistry and Werner Heisenberg - quantum mechanics.
-
- Sun laundry bleaching – sun radiation breaks down chemical bonds in the pigment, making it less visible.
- Thomas Hancock received a patent for rubber vulcanization earlier (on 21 May 1844).

Question 1 – 4 points, 2 – 4 points, 8 points total.

Úloha č. 3: Madam Curie-Sklodowska a radioaktivita

(12 bodů)

Autorky: Petra Mičolová, Ekaterina Kukleva, Anna Bajzlková

1. Radionuklid X = ^{210}Po ($A = 210$, $T_{1/2} = 138$ d), pojmenovaný po Polsku, rodné zemi M. Curie-Sklodovské.

Radionuklid Y = ^{226}Ra ($A = 226$, $T_{1/2} = 1602$ r) pojmenovaný podle latinského *radius* – paprsek.

2. Použitá ruda byl smolince pocházející z Jáchymova. Marie a Pierre Curie nejprve zkoumali různé rudy, následně různé vzorky smolince z několika regionů a zjistili, že vzorek z Čech je pro jejich účely vhodný (měl nejvyšší radioaktivitu). Jednalo se o odpad z těžby.
3. Rozdrcením rudy dojde k jednoduššímu úniku radonu. Alfa částice mají malou pronikavost, proto se po rozdrcení snadněji detekují.
4. **Správně:**

$$m(\text{U}) = 0,0001 \cdot 1000 = 0,1 \text{ kg}$$

Je ustavena trvalá rovnováha a tedy radioaktivita dceřiných radionuklidů se rovná radioaktivitě mateřského radionuklidu.

Jelikož ruda byla rozdrcena a v tomto stavu ležela po dobu 1 roku, tak se dceřině radionuklidy v řadách za radonem s kratší dobou přeměny rozpadly. Ovšem izotop ^{210}Pb má poločas přeměny 22 let, takže se jeho radioaktivita za dobu pozorování výrazně nezmenší, stejná zůstane i radioaktivita produktů jeho přeměny.

Jelikož radon je vysoce pronikavý inertní plyn, bude z rudy difundovat (emanovat) a nebude mít vliv na radioaktivitu rudy. Neprojeví se ani jeho produkty.

Zajímá nás celková radioaktivita alfa, tudíž nás zajímají pouze alfa zářiče v uran-radiové (celkem 8x, s emanací Rn 5x) a uran-aktiniové řadě (celkem 7, s emanací Rn 4x).

$$A(^{238}\text{U}) = A(^{234}\text{U}) = A(^{230}\text{Th}) = A(^{226}\text{Ra}) = A(^{210}\text{Po}) \quad (5x)$$

$$A(^{235}\text{U}) = A(^{231}\text{Pa}) = A(^{227}\text{Th}) = A(^{223}\text{Ra}) \quad (4x)$$

Dle obecného vzorce lze vypočítat $A(^{238}\text{U})$, $A(^{234}\text{U})$ a $A(^{235}\text{U})$:

$$A = \lambda \cdot N,$$

$$N = n \cdot N_A = m/M \cdot N_A$$

$$\lambda = \ln(2)/T_{1/2},$$

kde A je radioaktivita [Bq], λ je rozpadová konstanta [s^{-1}], N je počet atomů a $T_{1/2}$ je poločas přeměny[s].

$$A(^{238}\text{U}) = \frac{\ln 2}{4,5 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot \frac{100 \cdot 0,9927}{238} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} =$$

$$= 1\,227\,044 \text{ Bq} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Bq}$$

$$A(^{234}\text{U}) = \frac{\ln 2}{2,5 \cdot 10^5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot \frac{100 \cdot 0,000055}{234} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} =$$

$$= 1\,244\,625 \text{ Bq} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Bq}$$

$$A(^{235}\text{U}) = \frac{\ln 2}{7 \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot \frac{100 \cdot 0,0072}{235} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} =$$

$$= 57\,942 \text{ Bq} = 5,8 \cdot 10^4 \text{ Bq}$$

Potom výsledná radioaktivita je

$$A(^{238}\text{U}) \cdot 5 + A(^{235}\text{U}) \cdot 4 = 6366 \cdot 988 \text{ Bq} = \underline{6,37 \text{ MBq}}$$

Jelikož máme ve skladě 1 tunu, je třeba radioaktivitu přepočítat na hmotnost a vyjádřit v Bq/kg nebo Bq/g:

$$\underline{A_m = 6,37 \text{ kBq/kg} = 6,37 \text{ Bq/g}}$$

Radioaktivitu ^{234}U není potřeba počítat, je zde uvedena pro kontrolu.

Semisprávně:

Pokud není uvažována emanace R_n , nebude porušena trvalá rovnováha a všechny alfa-radionuklidy budou mít vliv na celkovou radioaktivitu:

$$A(^{238}\text{U}) \cdot 8 + A(^{235}\text{U}) \cdot 7 = 10\,221\,946 \text{ Bq} = \underline{10,2 \text{ MBq}}$$

Tomu odpovídá hmotnostní aktivita

$$\underline{A_m = 10,2 \text{ kBq/kg} = 10,2 \text{ Bq/g}}$$

- Ano, syn Irène Joliot-Curie se jmenoval Pierre Joliot.
- Přibližně za 10 poločasů ^{226}Ra , tj. 16 000 let.
- $m = 1 \text{ g}$, $T_{1/2} = 1602 \text{ let} = 5 \cdot 10^{10} \text{ s}$, $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $M_r = 226$,
 $n = m/M_r = 4,425 \text{ mmol}$; $A = \lambda \cdot N$; $\lambda = \ln(2)/T_{1/2}$

$$A = \lambda \cdot N = (\ln(2)/T_{1/2}) \cdot N_A \cdot n = \ln(2) / (5 \cdot 10^{10}) \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 4,425 \cdot 10^{-3} =$$

$$= \mathbf{3,68 \cdot 10^{10} \text{ Bq}}$$

8. Alfa částice emitované ^{226}Ra excitují atomy dusíku přítomné v okolním vzduchu, které následně deexcitují zářivým přechodem.

9. Běžný život: rtěnky, pudry, čokoláda, elixír života, ústní vody, zubní pasty.

Medicína: radioterapie (do druhé světové války) – mimořádně drahá a špatně dostupná metoda, avšak téměř jediná léčba některých nádorových onemocnění, plicní antiseptikum proti tuberkulóze, prášek na vše ☺.

10. Otrava ^{210}Po . Jedná se o čistý alfa zářič, který lze poměrně snadno přepravovat (alfa záření je pohlceno stěnami nádoby, do které je uzavřeno). Alfa záření je málo pronikavé, ale působí velké poškození okolní tkáně. Samotný prvek polonium je pro lidské tělo toxický.

Otázka 1 – 1 bod, 2 – 0,7 bodu 3 – 0,3 bodu, 4 – 4 body, 5 – 0,1 bodu, 6 – 0,5 bodu, 7 – 1,4 bodu, 8 – 2 body, 9 – 1 bod, 10 – 1 bod. Celkem 12 bodů.

Úloha č. 4: Přelet organickou chemií

(14 bodů)

Autoři: Štefan Malatínek a Štefan Stanko

- Vitalistická teorie, životní síla se nazývala „vis vitalis“. Wöhler syntetizoval močovinu (organickou sloučeninu) zahříváním kyanatanu amonného (anorganické sloučeniny).
- a) Spálení sloučeniny v nadbytku O_2 a následná analýza produktů hoření (důkazovými reakcemi, gravimetricky, titračně atd.). Anilin je aromatická sloučenina a A. Kekulé publikoval svou teorii chemické struktury až v druhé polovině 19. století. Přesto to teoreticky možné bylo, ačkoli v té době bylo navíc riziko záměny s látkou se stejným sumárním vzorcem mnohem vyšší než dnes.

b)

$$w_C = 0,7327, w_N = 0,1068, w_O = 0,1220, w_H = 0,0384$$

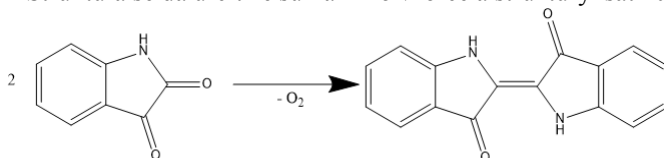
$$n_C : n_N : n_O : n_H = \frac{m_C}{M_C} : \frac{m_N}{M_N} : \frac{m_O}{M_O} : \frac{m_H}{M_H} = \frac{w_C}{M_C} : \frac{w_N}{M_N} : \frac{w_O}{M_O} : \frac{w_H}{M_H}$$
$$= \frac{0,7327}{12,011} : \frac{0,1068}{14,007} : \frac{0,1220}{15,999} : \frac{0,00384}{1,008}$$

$$= 0,06100 : 0,00762 : 0,007625 : 0,03810 = 8 : 1 : 1 : 5$$

$$M(C_8H_5NO) = 131,134 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

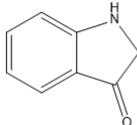
$$M(C_8H_5NO) = M/2 \rightarrow \text{sumární vzorec: } C_{16}H_{10}N_2O_2$$

Struktura se dá určit ze sumárního vzorce a struktury isatinu:



Barvivo A je indigo.

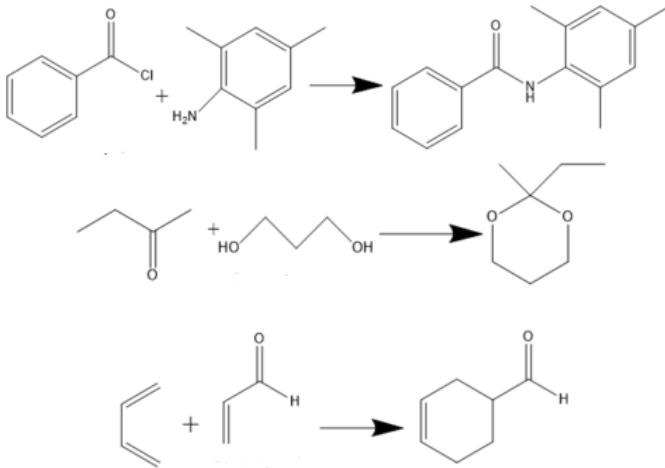
c) Látka B má empirický vzorec C_8H_7NO .



d) Ozonolýza.

- Řešení syntézy „odzadu“. Jinými slovy od cílové sloučeniny směrem k výchozí látce (výchozím látkám).

4.



5. Hlavní kritéria jsou: výtěžek, složitost provedení reakce, jedovatost, cena, dostupnost reaktantů, ...

6. Počet chirálních uhlíků je 64. Počet možných enantiomerů je 2^{64} .

7. $n = 60, y = 70 \% = 0,7$

$$y_{\text{total}} = y^n = 0,7^{60} = 5,08 \cdot 10^{-10} = \underline{5,08 \cdot 10^{-8} \%}$$

$$y_{\text{ideal}} = 90 \% = 0,9$$

$$y_1 = \sqrt[n]{(y_{\text{ideal}})} = \sqrt[60]{0,9} = 0,998 = \underline{99,8 \%}$$

8. $m_{\text{palytoxin}} = 100 \mu\text{g} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ g}, M_{\text{palytoxin}} = 2690,22 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

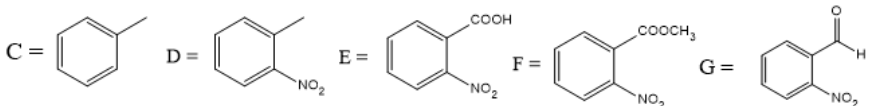
$$M_{\text{kyselina}} = 144,13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, y_{\text{total}} = 5,08 \cdot 10^{-10}$$

$$n_{\text{palytoxin}} = \frac{m_{\text{palytoxin}}}{M_{\text{palytoxin}}} = \frac{10^{-4}}{2690,22} = 3,717 \cdot 10^{-8} \text{ mol}$$

$$n_{\text{kyselina}} = \frac{n_{\text{palytoxin}}}{y_{\text{total}}} = \frac{3,717 \cdot 10^{-8}}{5,08 \cdot 10^{-10}} = 73,17 \text{ mol}$$

$$m_{\text{kyselina}} = n_{\text{kyselina}} \cdot M_{\text{kyselina}} = 73,17 \cdot 144,13 = 10546 \text{ g} = 10,55 \text{ kg}$$

9.



Otázka 1 – 0,25 bodu, 2 – 2,5 bodu, 3 – 0,25 bodu, 4 – 3 body, 5 – 0,75 bodu, 6 – 0,75 bodu, 7 – 1,5 bodu, 8 – 2 body, 9 – 3 body. Celkem 14 bodů.

Úloha č. 5: Neznámá RNA

(9 bodů)

Autor: Karel „Krápník“ Berka

1. Na stránce rPredictoru ve vyhledávání:

<http://rpredictor.ms.mff.cuni.cz/search#db,blat,blast>

nenalezne vyhledávání nic. :o)

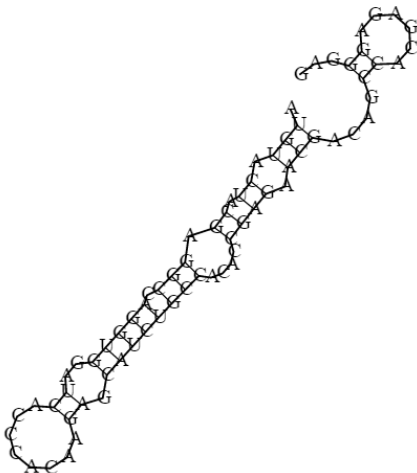
2. Na stránce

http://iresite.org/IRESite_web.php?page=blastsearch&search_type=blast_ss_experiments je možné vyhledat potřebné informace:

typ hledání	nalezená sekvence	Score	E value
all nucleotides	XIAP gene	26	3.0
against IRES	plasmid pR-deltaEMCV	21	7.3
2D structures	transcript of CVB3 virus	21	0.39

3. CVB3 virus - Coxsackievirus B3 - myocarditis - orgán: srdce

4. Stránka <http://rpredictor.ms.mff.cuni.cz/predict#rfpredict> predikuje pro Pavlovu sekvenci sekundární strukturu:



obsahující

- 7× stem
- 2× bulge
- 3× internal loop
- 2× hairpin

5. 2D struktura obsahuje 2× GU pár (2 vodíkové vazby), 5× AU pár (2 vodíkové vazby) a 12× GC pár (3 vodíkové vazby), takže dohromady strukturu stabilizuje $(2 + 5 \times 2 + 12 \times 3) = 50$ vodíkových vazeb.

6. Hepatitis C virus subtype 1a (Score 64), způsobuje hepatitidu C, která zasahuje játra.
7. S-distance pro jednotlivé tRNA byly dle MultiSETTERu <http://setter.projekty.ms.mff.cuni.cz/>: 1TRA- 0.000, 1TN1 - 0.006, 1EHZ - 0.007, 1I9V - 0.009, 1VTQ - 0.091, 2TRA - 0.097, 3TRA - 0.121, 4MGM - 0.193, 3A3A - 0.960, 3RG5 - 1.098

Podle S-distance je pak možné rozdělit tRNA do skupin o podobných hodnotách a podle počtu struktur jim přiřadit aminokyselinu:

- 0.000 - 0.009 4 struktury tRNA-Phe (1TRA, 1TN1, 1EHZ, 1I9V)
- 0.091 - 0.121 3 struktury tRNA-Asp (1VTQ, 2TRA, 3TRA)
- 0.193 1 struktura tRNA-Gly (4MGM)
- 0.960 - 1.098 2 struktury tRNA-Sec (3A3A, 3RG5)

8. **Asp** - kyselina asparagová, **Gly** - glycin, **Phe** - fenyalanin, **Sec** - selenocystein.

9. Pavel byl smutný, protože peptid kóduje nápis:

MY YEAR WITH KSICHT ENDS HERE,
aneb letošní ročník KSICHTu s RNA končí.

Na shledanou v příštím ročníku!

Otázka 1 – 0,5 bodu, 2 – 1,5 bodu, 3 – 1 bod, 4 – 1 bod, 5 – 1 bod, 6 – 1 bod, 7 – 1 bod, 8 – 1 bod, 9 – 1 bod. Celkem 9 bodů.